

# Universi në xhepin tim



Yrimat e Zeza

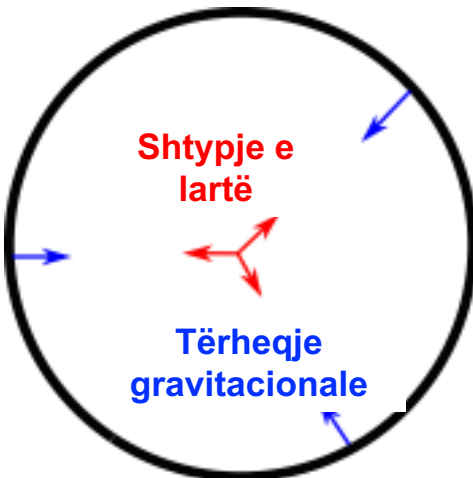


Frédéric Vincent  
Observatori i Parisit



**Shtypja kolosale** në qendrën e një ylli shtyn për nga jashtë, **ashtu si avulli në një enë me ujë që vlon.**

**Graviteti** kërkon t'i detyrojë shtresat e jashtme të yllit të bien drejt qendrës, ashtu si molla bie nga pema prej tërheqjes së Tokës.



Një yll është në ekuilibër mes veprimit për nga jashtë të **shtypjes termike** dhe veprimit për nga brenda të **gravitetit.**

## Ekilibri i një ylli

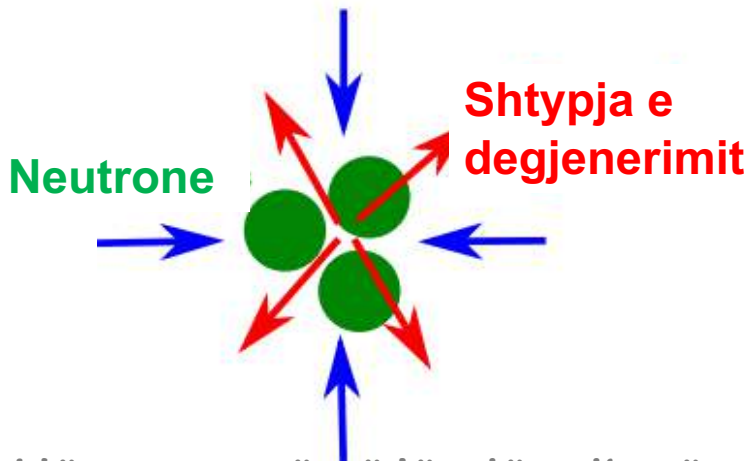
Një yll është gjendje ekuilibri mes dy faktorësh të kundërt.

**Reaksionet bërthamore** në qendrën e yllit (bashkimi i bërthamave të hidrogjenit për të formuar helium, i bërthamave të heliumit për të formuar karbon etj. shih TUIMP 14) e nxehin lëndën dhe shkaktojnë shtypje të fortë, që priret të zgjerojë yllin (ashtu si avulli i yjit nën kapakun e enës).

**Graviteti** bën që pjesët e jashtme të yllit të tërhiqen drejt qendrës dhe ylli të tkurret.

Këto dy prirje janë në ekuilibër të plotë gjatë kohës më të madhe të jetës së yllit. Po çfarë ndodh kur lënda që prodhon nxehtësi, që po e quajmë lënda djegëse, mbaron?

## Gravitet



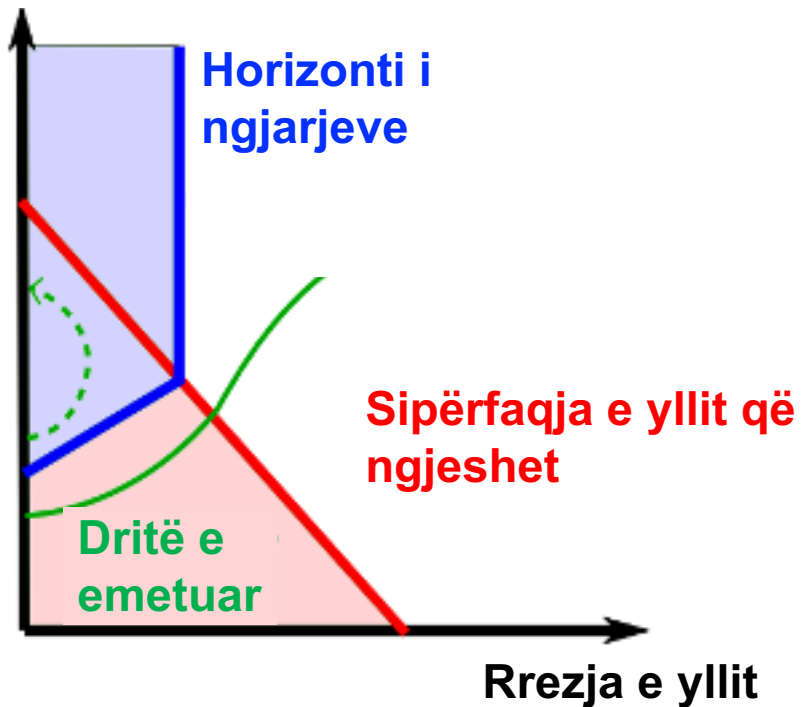
Në mungesë të lëndës djegëse bërthamore, graviteti e detyron yllin të tkurret, dhe kështu krijohet ngjeshje shumë e fortë e lëndës yjore. Mekanika kuantike ka zbuluar **një formë të re bashkëveprimi në këto kushte, të njohur si degjenerim**, që rritet me rritjen e ngjeshjes. Pra, një kundërshtar i ri i del përballë gravitetit, pasi shtypja termike nuk është më e mjaftueshme ta mbajë yllin në ekuilibër. Megjithatë, nëse ylli është mjaft i madh, graviteti mund të fitojë dhe tkurrja të vazhdojë derisa të formohet një vrimë e zezë.

## Fundi i jetës së një ylli masiv

Kur e gjithë lënda djegëse në qendrën e yllit është konsumuar, ekuilibri shtypje-gravitet prishet. Graviteti mbizotëron, dhe shtypja nuk është më aq e madhe sa të përballojë peshën e yllit. Ylli fillon të tkurret, të shembet nën peshën e vet.

Kur ylli është i madh (mbi 10 masa diellore) ai vazhdon të ngjeshet në qendër, derisa një formë ekzotike shtypjeje, e quajtur 'shtypja e degjenerimit të neutroneve' të shfaqet dhe ta ndalë tkurrjen. Ndodh edhe që ylli të shpërthejë si supernovë, duke hedhur jashtë shtresat e jashtme të tij. Nëse ajo çfarë mbetet në qendër përmban lëndë sa afro dy masa diellore, kemi një yll neutronik. Nëse masa është më e madhe, as degjenerimi i neutroneve nuk prodhon shtypje të mjaftueshme kundër gravitetit dhe ylli ngjeshet në një vrimë të zezë.

Koha



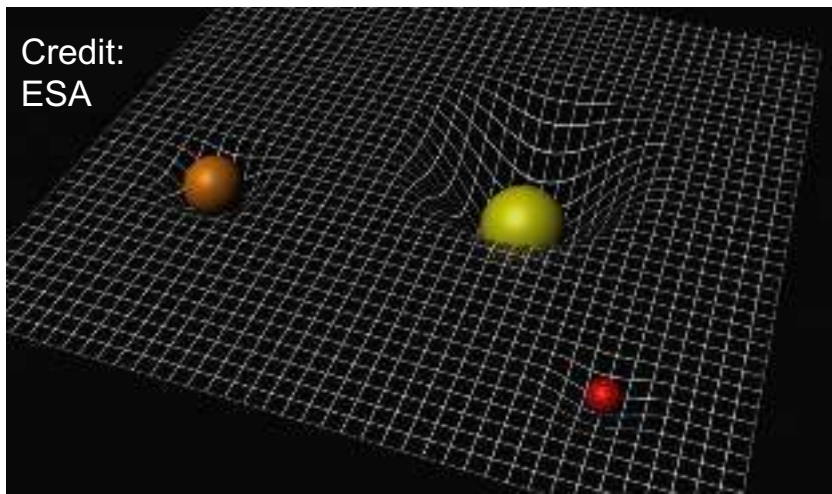
## Formimi i një vrime të zezë

Imagjino një foton (një grimcë drite) të emetuar nga qendra e një ylli që shembet. Fillimisht ky foton mund të dalë nga ylli.

Megjithatë, në një stad më të vonë, ndonëse fotoni fillon të largohet, ai shpejt do të detyrohet të kthehet mbrapsht drejt qendrës së yllit. Pse? Sepse ka lindur një strukturë e re e hapësirë-kohës, e quajtur horizonti i ngjarjeve. Ajo sinjalizon krijimin e vrimes së zezë. Drita e emetuar brenda horizontit të ngjarjeve i nënshtrohet një graviteti aq të madh, sa që mbetet në kurth, brenda horizontit. Një vrimë e zezë është 'e zezë' në kuptimin se drita nuk mund të shpëtojë prej saj.

Kjo diagramë paraqet diametrin e yllit që tkurret (pjesa e kuqe e diagramës, që zvogëlohet me kohën nga poshtë-sipër). Në njëfarë stadi të kolapsit, shfaqet horizonti i ngjarjeve, dhe rritet drejt diametrit të tij final (pjesa blu e diagramës). Drita e emetuar jashtë horizontit mund të largohet (trajektorja e gjelbër e plotë), por drita e emetuar brenda horizontit (trajektorja e gjelbër vizë-vizë) zihet në kurth. Vrima e zezë është pjesa blu e diagramës.

Credit:  
ESA



Prania e objekteve masive shtrembëron hapësirë-kohën në afërsi të tyre. Nëse këto objekte janë statike, ky deformim nuk do të përhapet.

Nëse këto objekte janë vrima të zeza në rrotullim rreth njëra-tjetrës, deformimi përhapet si rrudhat në sipërfaqen e një pellgu, kur hedhim një gur, veçse me shpejtësinë e dritës.

N. Douillet / Artemis

Këto janë valët gravitacionale. Figura më sipër tregon emetimin e këtyre valëve nga një dyshe vrimash të zeza në rrotullim rreth njëra-tjetrës.

## Valët gravitacionale

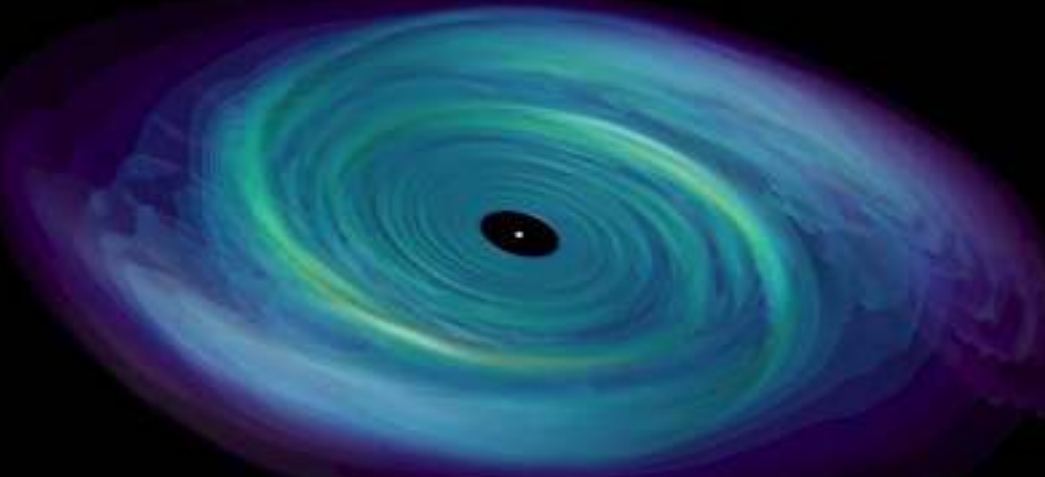
Vrimat e zeza mund të ekzistojnë edhe në dyshe: secila prej tyre rrotullohet në orbitë rreth tjetrës dhe emetojnë valë gravitacionale. Imagjini një shtresë reçeli me një luleshtrydhe sipër: ajo e deformon paksa sipërfaqen e reçelit.

Një luleshtrydhe tjetër aty pranë do të krijojë deformimin e saj. Nëse i rrotulloni luleshtrydhet rreth njëra-tjetrës, vijat e deformimit do të shpërndahen në shtresën e reçelit.

Po kështu, valët gravitacionale janë rrudhat e deformimit në hapësirë-kohë të shkaktuar nga vrimat e zeza në lëvizje.

Këto rrudha u detektuan për herë të parë në 2016. Ato janë një mënyrë e çmuar për të gjetur vetitë e vrimave të zeza. Çmimi Nobel në Fizikë në vitin 2017 iu akordua këtij detektimi.

NASA (M. Owen, J. Blondin -rezultate simulimi)



Disku i rritjes: Lënda sillet rrotull një vrime të zezë dhe emeton dritë.

ESO / L. Calçada

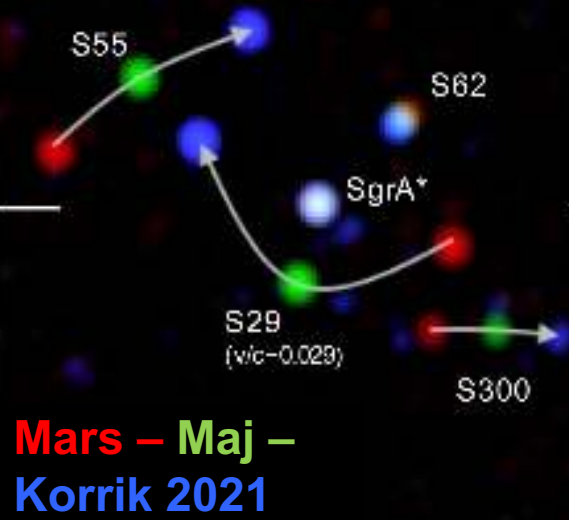


Shikim artistik i orbitës së një ylli rrotull një vrime të zezë. Zhvendosja graduale e orbitës është shkaktuar nga graviteti jashtëzakonisht i fortë i vrimes së zezë.

## Vrimat e zeza dhe mjedisi rrethues

Ndonëse një vrimë e zezë është e zezë, nuk mund të thuhet e njëjta gjë për lëndën rrotull saj. Një vrimë e zezë nuk është një fshesë kozmike me vakum: lënda sillet në orbitë rreth saj dhe krijon një disk, që quhet disku i rritjes. Këto disqe emetojnë rrezatim të bollshëm në të gjitha gjatësitë valore. Ky rrezatim tregon praninë e vrimes së zezë. Për më tepër, yjet mund të sillen në orbitë rrotull vrimes së zezë, dhe trajektoret e tyre tregojnë praninë e objektit kompakt. Ashtu si valët gravitacionale, drita e emetuar në afërsi të një vrime të zezë dhe yjet fqinjë të saj janë burime të dobishme informacioni për studimin e vetive të vrimave të zeza.

Bashkëpunimi GRAVITY  
2021



Lëvizja e katër yjeve pranë vrimës së zezë supermasive SgrA\* në qendër të Rrugës së Qumështit. Pika e bardhë në qendër i korrespondon rrezatimit që

del nga disku i rritjes rrotull SgrA\*.

Bashkëpunimi EHT  
2019



Imazh i zonës më qendrore të diskut të rritjes që rrethon vrimën e zezë supermassive në qendrën e galaksisë M87

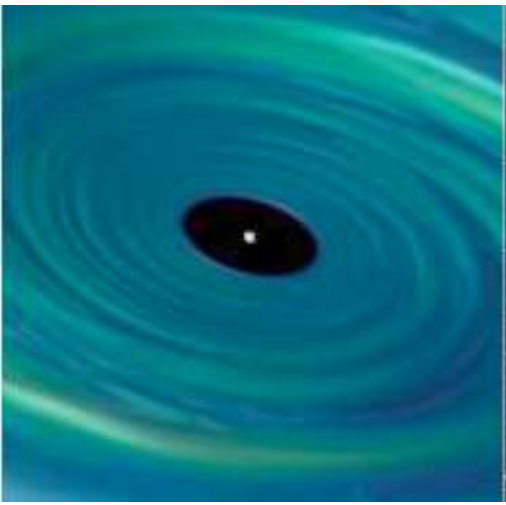
## Vrimat e zeza supermasive

Përpos vrimave të zeza të krijuara nga shembja e yjeve të mëdha, në qendrat e galaksive ka vrima të zeza 'supermasive'.

Çmimi Nobel në vitin 2020 i është akorduar studimit të orbitave të yjeve afër zonës qendrore të Rrugës sonë të Qumështit, të cilat zbuluan ekzistencën e një mase 4 milionë herë më të madhe se Dielli, të ngjeshur brenda një zone jo më të gjerë se Sistemi Diellor.

Vrojtimet e mëvonshme të galaksisë Messier 87 në vitin 2019 çuan në imazhin e parë të zonës afër një vrime tjetër supermasive, dhe i dhanë mbështetje të fortë ekzistencës së këtyre objekteve me masë kaq të madhe.

# QUIZ



Cili nga këto imazhe është rezultat i një vërtetimi?



Përgjigjet mbrapa

Simulimi i diskut të rrotulljes rrotull një vrimë të zezë (Owen & Blondin, 2005).

Simulim i sfondit qiellor të Krugës së Qumështit me një vrimë të zezë në front (Riazuelo 2009).

Simulim i një disku rrotulljeje rrotull një vrimë të zezë në qendrën e galaksisë M87 (Vincent et al. 2019).

Imazhi i vërtetuar i diskut të rrotulljes në qendrën e galaksisë M87 (Bashkëpunimi EHT 2019).

## Përgjigje

Simulimi i një disku rrotulljeje rrotull një vrimë krimbi (wormhole) në qendrën e Krugës së Qumështit (Lamy et al. 2018).



# Universi në xhepin tim N° 17

Ky minilibër është shkruar në vitin 2022 nga Frédéric Vincent i Observatorit të Parisit (France) dhe është riparë nga Eric Gourgoulhon, po kështu i Observatorit të Parisit dhe nga Stan Kurtz (UNAM, Mexico).

Imazhi i kapakut: simulim nga Alain Riazuelo (Instituti i Astrofizikës i Parisit) i sfondit të Rrugës së Qumështit me një vrimë të zezë në front.



Për të mësuar më shumë rreth këtij koleksioni dhe temave të paraqitura në minilibra mund të vizitoni <http://www.tuimp.org>

Përkthimi: Mimoza Hafizi  
TUIMP Creative Commons

